

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication : **2 599 640**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **86 08112**

(51) Int Cl⁴ : B 01 J 19/08; B 29 C 71/04; C 21 D 1/09; C 22 F 3/00; F 01 D 5/28.

(12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

(22) Date de dépôt : 5 juin 1986.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 50 du 11 décembre 1987.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : Société dite : *TURBOMECA* et Société dite : *HEURCHROME*. — FR.

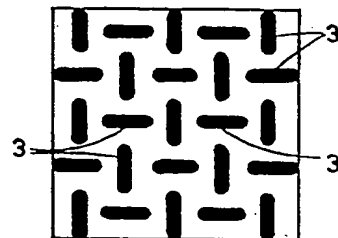
(72) Inventeur(s) : Dominique Fournier et Michel Brun.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Cabinet Barnay.

(54) Procédé de traitement volumique localisé à haute densité d'énergie et produits en résultant.

(57) Suivant ce procédé on balaye le produit ou l'article avec un faisceau à haute densité d'énergie suivant une configuration géométrique, de manière à former dans la masse du produit ou de l'article une structure ou ossature formée d'éléments volumiques ayant une microstructure différente de celle des zones non balayées de l'article ou produit. L'article obtenu présente dans sa masse une ossature formée d'éléments volumiques 3 répartis, sans contact entre eux, de façon multidirectionnelle.



FR 2 599 640 - A1

D

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

La présente invention concerne des procédés de traitement d'articles métalliques ou polymères et les produits en résultant.

5 Par ce type de procédé on crée des éléments volumiques dont la microstructure est différente de celle du matériau de base.

Cette nouvelle microstructure est obtenue par traitement à haute densité d'énergie. On peut créer ainsi une ossature macroscopique de renforts lamellaires ou
10 fibreux. Le but de ces traitements est l'amélioration des caractéristiques mécaniques et physiques massiques de l'article, telles que par exemple charge de rupture et limite élastique unies ou multiaxiales, résistance à la fatigue ainsi que l'amélioration du comportement vibratoire par
15 modification du module d'élasticité.

Les procédés et les articles connus relevant du même domaine technique ont essentiellement pour objet des traitements superficiels et des produits ayant une surface traitée.

20 Le certificat d'utilité français n° 73/06676 décrit un procédé de traitement de surface localisé. La zone traitée a une profondeur limitée, adaptée pour obtenir une résistance maximale aux sollicitations affectant la surface : usure, corrosion, fatigue.

25 Le brevet français n° 77/04335 concerne des solides ayant une couche superficielle resolidifiée avec ou sans modification chimique de la surface. L'état amorphe ou microcristallin de la couche traitée confère au produit des propriétés de surface améliorées.

30 Le brevet français n° 77/27611 concerne l'amélioration des propriétés physiques par un procédé d'alliage en surface et de traitement thermique conduisant à une couche non allotropique.

35 Les procédés connus utilisés industriellement pour améliorer les caractéristiques physiques et mécaniques des matériaux sont les suivants :

- Eléments d'alliages : ceci procure un durcissement de solution solide ou un durcissement lié à la présence de

phases cristallographiques différentes. Ce procédé est limité par la formation de volumes hétérogènes aléatoires dégradant localement les propriétés du produit.

5 - Traitements thermiques : ils permettent de faire apparaître des phases homogènes métastables ayant des caractéristiques mécaniques très élevées aux températures inférieures à celles des traitements thermiques.

10 - Traitements mécaniques : l'écrouissage permet d'améliorer certaines caractéristiques mécaniques, une limitation provient de la difficulté d'obtenir des produits homogènes.

15 - Structures composites : on ajoute dans le matériau de base, des particules en dispersion, ou des fibres, ou des lamelles de matériaux différents. Ceci permet d'obtenir des produits de formes variées ayant des propriétés intermédiaires de celles de chaque constituant.

20 Les procédés à haute densité d'énergie tels que traitement par laser, ou faisceau d'électrons, sont appliqués uniquement pour des traitements de surface avec ou sans addition d'éléments d'alliage.

La présente invention a pour but de réaliser une combinaison de certains des procédés ci-dessus : structure composite, traitement thermique, et éventuellement éléments d'alliage.

25 La structure composite a pour but de donner au produit une ossature conduisant à une déformation globalement homogène du produit, tout en renforçant l'ensemble du produit. Les volumes de matière traitée ont intrinsèquement des caractéristiques mécaniques supérieures.

30 L'homogénéisation de déformation confère aux produits minces une augmentation des caractéristiques mécaniques, ces produits présentant des instabilités de déformation plastique.

35 L'invention est limitée aux articles peu épais ou résultant d'un assemblage de produits minces. Cette limitation est liée aux moyens permettant d'apporter une densité d'énergie suffisamment élevée pour transformer la structure du matériau sur une épaisseur de 10 à 100% du produit.

Les procédés à haute densité d'énergie permettent d'obtenir des cycles thermiques ultra rapides car le volume

de matière affectée est très faible par rapport au volume du produit. La structure de refroidissement rapide présente un ordre atomique et une densité de dislocations très supérieurs à ceux du produit de départ, il en résulte une
5 modification des propriétés physiques et mécaniques. Un autre intérêt des traitements à haute densité d'énergie est la faible déformation liée aux contraintes d'origine thermique.

Selon l'invention, sur un article ou pièce métallique ou en polymère on effectue un balayage avec un faisceau à haute densité d'énergie et suivant une configuration géométrique. Les volumes de matière ainsi traitée présentent une nouvelle structure liée au refroidissement rapide et éventuellement à l'ajout d'éléments d'alliage provenant de
15 flux gazeux ou de dépôts superficiels.

La présence de ces volumes élémentaires modifie les propriétés du produit mince, notamment les propriétés mécaniques (charge de rupture, limite élastique, fluage, fatigue) et physiques (coefficient d'élasticité). Ces
20 volumes élémentaires traités par faisceau à haute densité d'énergie constituent un renfort intrinsèque au produit, une combinaison géométrique de ces renforts permet de conférer au produit final des propriétés particulièrement adaptées. Le composite obtenu peut avoir une architecture de renforts
25 beaucoup plus étendue que les composites classiques actuels (particulaires, fibreux, lamellaires) du fait de la méthode d'obtention des éléments de renforcement. Ce traitement peut être appliqué à des zones particulières de pièces même si celles-ci ont une géométrie complexe.

30 Exemple

Les volumes traités seront généralement non jointifs pour éviter des défauts dans les zones d'accostage.

1. Traitement unidirectionnel

On a traité un échantillon par balayage en lignes
35 parallèles 2 suivant le schéma de la figure 1, et on a mesuré l'influence du traitement conduisant à une ossature unidirectionnelle sur les caractéristiques mécaniques de traction.

Distance entre lignes de fusion : 2 mm

Largeur des lignes : 0,6 mm pour le traitement laser

1 mm pour le traitement par faisceau

d'électrons.

Pénétration : 80 à 100% à partir d'une seule face.

5 Alliage : Acier F17Nb, épaisseur = 0,4 mm

Traction dans le sens des lignes de fusion.

Résultats de traction à la température ambiante :

| | R_{MPa} | $R_{0,2} \text{ MPa}$ | A % |
|--------------------------------------|-----------|-----------------------|------|
| Métal de base (référence) | 468 | 287 | 27,5 |
| 10 Métal traité Laser | 514 | 402 | 21,7 |
| | 500 | 360 | 24,4 |
| Métal traité Faisceau d'électrons | 568 | 453 | 19,6 |
| | 545 | 421 | 22,7 |

15 On constate un gain sur la contrainte de rupture R de 10 à 20% sur la limite élastique $R_{0,2}$ de 25 à 55%.
L'allongement à rupture subit une diminution mais du fait de l'homogénéité globale plus élevée de la déformation l'allongement homogène est pratiquement inchangé.

2. Traitements bidirectionnels

20 - Sur tôles, plaques ou coques on effectue sur une face un balayage en lignes parallèles interrompues avec une largeur de ligne inférieure à 50% de l'épaisseur du produit et on effectue sur l'autre face un balayage identique mais en sens transversal, de façon à obtenir un motif géométrique
25 régulier à segments de droites 3 entrecroisés sans contacts (figure 2).

- On réalise ainsi dans l'épaisseur de l'article traité une structure, ou ossature, formée d'éléments volumiques ayant une microstructure différente de celle de
30 l'article dans ses zones non traitées.

On a représenté aux figures 3 et 4 deux autres exemples de configurations géométriques de balayage.

Les articles ainsi traités présentent des propriétés particulièrement avantageuses pour la fabrication des pales et aubes de turbines à gaz.

- 5 On remarquera que la répartition, la densité et la géométrie des volumes traités sont fonction du gain de propriétés recherché par rapport à celles du matériau de base de l'article traité.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de traitement de produits ou d'articles de faible épaisseur en métal ou en polymère, du type dans lequel on utilise un balayage au moyen d'un faisceau d'électrons ou laser, caractérisé en ce qu'on balaye le produit ou l'article avec un faisceau à haute densité d'énergie suivant une configuration géométrique, de manière à former dans la masse du produit ou de l'article une structure ou ossature formée d'éléments volumiques ayant une microstructure différente de celle des zones non balayées de l'article ou produit.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ladite configuration géométrique est formée par des lignes parallèles continues.

3. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ladite configuration géométrique est formée par des segments de droites parallèles entrecroisés sans contact entre eux.

4. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que les lignes ou les segments de droites ont une largeur égale ou inférieure à l'épaisseur de l'article ou du produit.

5. Article, notamment pale ou aube de turbine à gaz obtenu au moyen du procédé tel que défini suivant la revendication 4, lorsqu'elle est dépendante de la revendication 2, caractérisé en outre en ce qu'il présente dans sa masse une structure ou ossature formée d'éléments volumiques (2) répartis de façon unidirectionnelle.

6. Article, notamment pale ou aube de turbine à gaz, obtenu au moyen du procédé tel que défini suivant la revendication 4 lorsqu'elle est dépendante de la revendication 3, caractérisé en outre en ce qu'il présente dans sa masse une structure ou ossature formée d'éléments volumiques (3) répartis, sans contact entre eux, de façon multidirectionnelle.

THIS PAGE BLANK (USPTO)